

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
8. Dezember 2005 (08.12.2005)

PCT

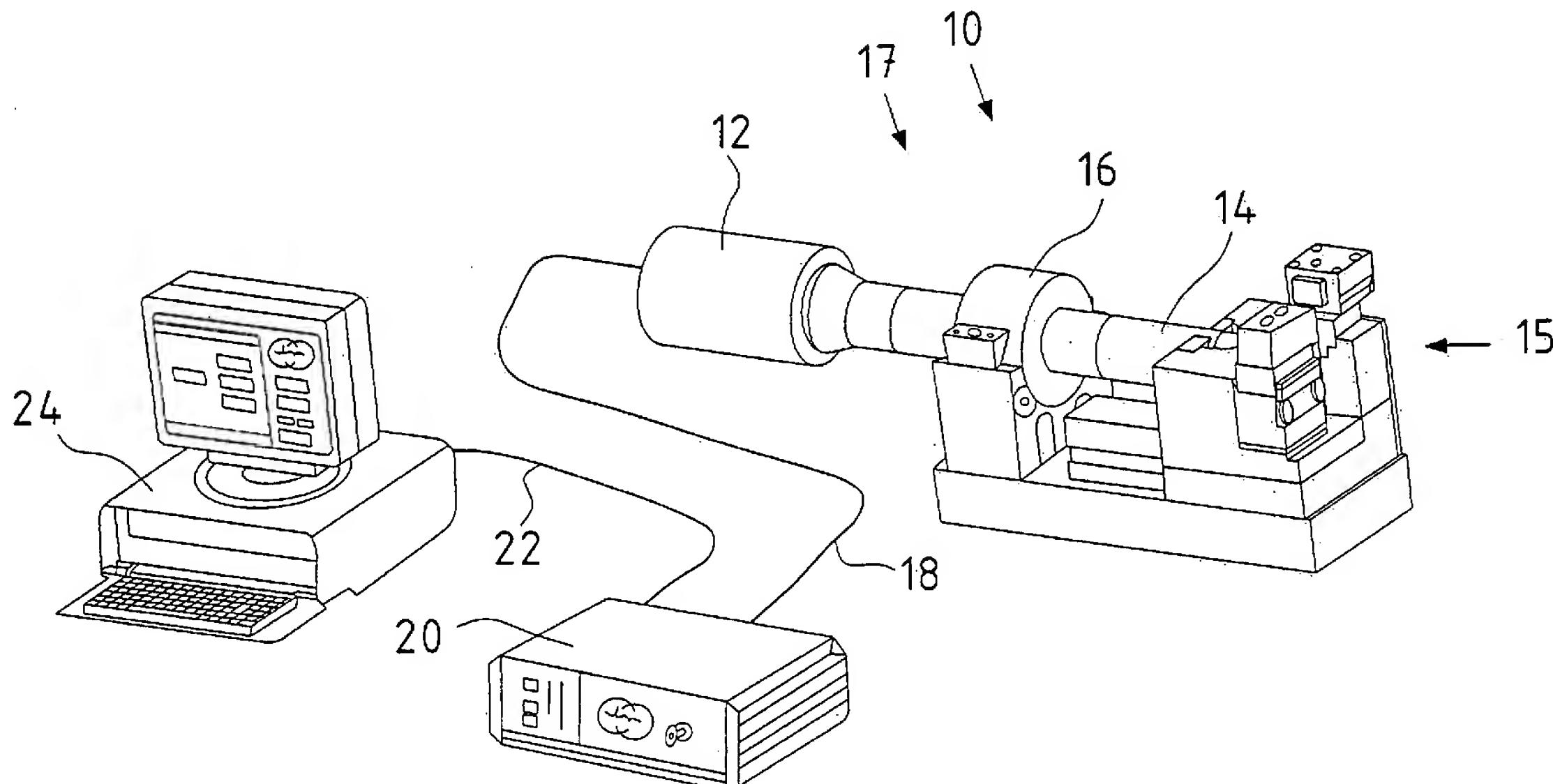
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2005/116593 A1**

- (51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: **G01H 5/00**, B06B 1/00
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2005/005774
- (22) Internationales Anmeldedatum: 27. Mai 2005 (27.05.2005)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität: 10 2004 026 826.6 28. Mai 2004 (28.05.2004) DE
- (71) Anmelder (*für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US*): **SCHUNK ULTRASCHALLTECHNIK GMBH** [DE/DE]; Hauptstrasse 97, 35435 Wettenberg (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **GASSERT, Frank** [DE/DE]; Schieferstrasse 16a, 35649 Bischoffen (DE).
- (74) Anwalt: **STOFFREGEN, Hans-Herbert**; Friedrich-Ebert-Anlage 11b, 63450 Hanau (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (*soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart*): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR MEASURING AND/OR REGULATING THE OSCILLATION AMPLITUDE OF AN ULTRASONIC TRANSMITTER, AND AN ULTRASONIC WELDING DEVICE

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUM MESSEN UND/ODER REGELN DER SCHWINGUNGSAMPLITUDE EINES ULTRASCHALLSCHWINGERS SOWIE ULTRASCHALLSCHWEISSVORRICHTUNG



(57) Abstract: The invention relates to a method for measuring and/or regulating the oscillation amplitude of an ultrasonic transmitter (17) of an ultrasonic device. In order to easily measure or regulate the oscillation amplitude of the ultrasonic oscillator (17), the invention provides that a sensor which detects the oscillation amplitude is assigned to at least one component of the ultrasonic transmitter (17).

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Messen und/oder Regeln der Schwingungsamplitude eines Ultraschallschwingers (17) einer Ultraschallvorrichtung. Um auf einfache Weise die Schwingungsamplitude des Ultraschallschwingers (17) zu messen bzw. zu regeln, wird vorgeschlagen, dass zumindest einem Bauelement des Ultraschallschwingers (17) ein die Schwingungsamplitude erfassender Sensor zugeordnet wird.

WO 2005/116593 A1



(84) **Bestimmungsstaaten** (*soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart*): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Veröffentlicht:**

- mit internationalem Recherchenbericht
- mit geänderten Ansprüchen

*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.*

Verfahren zum Messen und/oder Regeln der Schwingungsamplitude eines Ultraschallschwingers sowie Ultraschallschweißvorrichtung

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Messen und/oder Regeln der Schwingungsamplitude eines Ultraschallschwingers einer Ultraschallschweißvorrichtung umfassend Schwingungen erzeugende bzw. übertragende Bauelemente in Form von zumindest einem Konverter und einer Sonotrode sowie gegebenenfalls zwischen dem Konverter und der Sonotrode angeordnetem Booster, wobei die Ultraschallschwingungen durch Beaufschlagen des Konverters mit einer von einer Steuerschaltung kommenden Hochfrequenzspannung erzeugt werden. Ferner bezieht sich die Erfindung auf eine Ultraschallschweißvorrichtung umfassend Schwingungen erzeugende bzw. übertragende Bauelemente in Form von zumindest einem Konverter und einer Sonotrode sowie gegebenenfalls zwischen diesen angeordnetem Booster, einer der Sonotrode zugeordnete Gegenelektrode (Amboss), zwischen der und der Sonotrode zu verdichtende bzw. zu verschweißende Teile wie Litzen vorzugsweise in einem Verdichtungsraum anordbar sind, wobei der Konverter zur Schwingungserregung mit einer Amplitude über eine Steuerung mit Hochfrequenzspannung beaufschlagbar ist.

Um reproduzierbare Schweißergebnisse zu erzielen, ist es erforderlich, Schweißparameter zu überprüfen und dann, wenn vorgegebene Sollwerte unter- bzw. überschritten werden, zu regeln. So ist es z. B. nach der DE-A-198 10 509 bekannt, in ein Schweißgut eingekoppelte Ultraschallwellen nach Wechselwirkung mit einer Fügeschicht als Messsignal zu erfassen, um sodann mittels eines Messdatenspeichers und einer Auswerteeinheit für den Schweißprozess charakteristische Kenngrößen mit anschließender Ansteuerung der Sonotrode weiterzuverarbeiten.

Um Prozessparameter beim Ultraschallschweißen von Kunststoffteilen zu steuern bzw. zu regeln, sieht die DE-A-43 21 874 vor, dass zur Überwachung des Energieeintrags in eine Fügestelle zwischen zu verschweißenden Teilen die Fügekraft während des Schweißvorgangs gemessen wird.

Nach der EP-B-0 567 426 wird die Schwingungsamplitude einer Kunststoffteile verschweißenden Sonotrode nach einem vorbestimmten Zeitintervall reduziert, um sodann während der verbleibenden Zeit des Verschweißens bei verringelter Schwingungsamplitude zu arbeiten. Ein diesbezügliches Steuersignal zur Reduzierung der Amplitude kann direkt oder indirekt auch in Abhängigkeit von der auf die zu verschweißenden Werkstücke übertragene Leistung ausgelöst werden, wie dies z. B. der WO-A-1998/49009, der US-A-5,855,706, der US-A-5,658,408 oder der US-A-5,435,863 zu entnehmen ist.

Aus der WO-A-2002/098636 ist ein Verfahren zum Verschweißen von Kunststoffteilen bekannt, bei dem zur Optimierung des Schweißens während einer ersten Zeitspanne die Schwingungsamplitude einem vorgegebenen Verlauf folgend reduziert wird, um anschließend mit einem charakteristischen Parameter des Werkstücks zu messen und sodann in Abhängigkeit vom Wert des gemessenen Parameters mit konstanter Amplitude einer Ultraschallenergie übertragenen Sonotrode den Schweißprozess zu beenden.

Um durch Ultraschall-Drahtboden hergestellte Verbindungen zu prüfen, sieht die DE-A-101 10 048 eine On-line-Überwachung unter Zugrundelegung von vorgegebenen bzw. gespeicherten Master-Werten vor, die Rückschlüsse auf die Festigkeit der Verbindung ermöglichen.

Ein Ultraschallschweißverfahren für beschichtete elektrische Drähte und eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens ist aus der DE-A-102 11 264 bekannt. Um die Schweißenergie nach Entfernen der Isolierung und zum Verschweißen der Leiter selbst zu verändern, erfolgt eine Widerstandsmessung über den zwischen Sonotrode und Gegenelektrode fließenden Strom.

Der vorliegenden Erfindung liegt das Problem zu Grunde, ein Verfahren der eingangs genannten Art zur Verfügung zu stellen, mit dem auf einfache Weise die Schwingungsamplitude des Ultraschallschwingers gemessen bzw. geregelt werden kann.

Zur Lösung des Problems sieht die Erfindung im Wesentlichen vor, dass zumindest einem Bauelement des Ultraschallschwingers ein die Schwingungsamplitude erfassender Sensor zugeordnet wird und von dem Sensor ermittelte den Schwingungsamplituden entsprechende Signale überwacht und/oder mit Sollsignalen in der Steuerschaltung oder Mess- und Überwachungseinrichtung verglichen und in Abhängigkeit von auftretenden Abweichungen zwischen Ist- und Sollsignalen die den Konverter beaufschlagende Hochfrequenzspannung oder beaufschlagender Hochfrequenzstrom verändert wird. Es erfolgt ein Regelprozess.

Erfindungsgemäß erfolgt eine sogenannte Amplitudensrückführung, um die Amplitude des Ultraschallschwingers derart zu regeln, dass reproduzierbare und optimale Schweißergebnisse erzielbar sind. Die Amplitudensrückführung dient aber auch dazu, unterschiedliche Schwinger aufeinander abzustimmen, um etwaige Amplitudenabweichungen zwischen den einzelnen Schwingern kompensieren zu können. Ferner bietet die Amplitudensrückführung die Möglichkeit, alterungsbedingte Amplitudenänderungen eines Ultraschallschwingers zu kompensieren.

Aber auch Grenztemperaturen am Konverter durch Frequenzverschiebung des Arbeitspunktes können erfasst und somit ausgeglichen werden. Schließlich kann bei Auftreten unzulässig hoher Amplituden die Ultraschallschwingungserzeugung unterbrochen werden, so dass Sicherheitsfunktionen Genüge getan wird.

Ferner ist aufgrund der erfundungsgemäßen Lehre die Möglichkeit gegeben, Alterungen von die Schwingungen erzeugenden piezokeramischen Scheiben oder Veränderungen elektrischer Größen wie Hochfrequenzspannungssignal der Steuerung wie dem Generator zu erfassen. Auch ist durch die Amplitudensrückführung das Last-Leerlaufverhalten des Konverters erfassbar.

Als Sensor kann insbesondere ein piezokeramischer Sensor verwendet werden. Ein solcher kann in dem Konverter integriert werden, wobei neben den aktiven Piezokeramikscheiben,

über die die Ultraschallschwingungen erzeugt werden, eine piezokeramische Scheibe benutzt wird, von der aufgrund der über die anderen Piezokeramikscheiben erzeugten Druckbeaufschlagungen Signale zur Bestimmung der Amplitude erzeugt und abgegriffen werden. Aber auch eine optische Erfassung der Amplituden z. B. mittels eines Lasers ist möglich. Weitere Sensoren wie ohmscher Sensor wie Dehnmessstreifensor, Beschleunigungssensoren oder akustische Sensoren können gleichfalls verwendet werden.

Wird der Sensor vorzugsweise am bzw. im Konverter integriert, so ist auch die Möglichkeit gegeben, einen entsprechenden Sensor an oder im Booster, an oder in der Sonotrode, am Konvertergehäuse oder einer Lagerung bzw. Aufnahme des Ultraschallschwingers anzurichten, um die gewünschten Signale zu generieren und somit eine Überwachung bzw. Steuerung der Amplitude zu ermöglichen.

Um eine optimale Amplitudenerfassung und somit Rückführung zu ermöglichen, ist vorgesehen, dass der Sensor im Schwingungsmaximum des Bauelementes, insbesondere des Konverters angeordnet ist. Dabei sollte die Masse des Sensors derart ausgelegt sein, dass eine merkbare Massenverfälschung des Bauelementes selbst nicht erfolgt. Ferner sollte der Sensor mit dem Bauelement derart verbunden sein, dass der Sensor in Resonanz mit dem Bauelement schwingt.

Ausgewertet können die Signale des Sensors dadurch werden, dass die von dem Sensor erzeugten Wechselseignale mit denen des Hochfrequenzstroms bzw. der Hochfrequenzspannungsquelle verglichen werden. Auch besteht die Möglichkeit, die von dem Sensor abgegriffenen Wechselspannungssignale gleichzurichten und der Steuerung als Gleichspannungssignale für Regelzwecke zur Verfügung zu stellen. Dabei sollte der Istwert der Gleichspannungssignale zwischen 0 und 10 V liegen.

In Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass die Steuersignale an einem Eingang eines Differenzverstärkers mit Komparator anliegen, dass am anderen Eingang des Differenzverstärkers die Hochfrequenzstrom- bzw. Hochfrequenzspannungssignale der Steuerung anliegen und dass Ausgangssignal des Komparators der Regelung der Hochfrequenzspannung bzw. des Hochfrequenzstroms zu Grunde gelegt wird.

Um die Schwingfrequenz zu ermitteln, ist des Weiteren vorgesehen, dass die Sensorsignale einem Komparator zugeführt werden und in Spannungsimpulse mit Schwingfrequenz der Signale umgeformt und einem Zähler zugeführt werden. Die Signale können dabei an einem Zählereingang z. B. einer SPS-Steuerung anliegen.

Die Erfindung zeichnet sich insbesondere auch durch eine Ultraschallschweißvorrichtung der eingangs genannten Art dadurch aus, dass zumindest einem Bauelement ein die Amplitude erfassender Sensor zugeordnet ist. Insbesondere ist der Sensor ein piezokeramischer Sensor. Ein induktiv arbeitender oder kapazitiv arbeitender Sensor, ein Widerstandssensor wie Dehn-messstreifensor, ein optischer Sensor oder ein Beschleunigungssensor kann gleichfalls eingesetzt werden. Unabhängig hiervon kann der Sensor am oder im Konverter, am oder im Booster, an oder in der Sonotrode, in einem den Konverter umgebenden Gehäuse oder in ei-ner Lagerung des Ultraschallschwingers angeordnet sein. Auch am Grundkörper des Schweißmoduls, also der Aufnahme für den Schwinger und den Verdichtungsraum kann ein Sensor angeordnet sein. In diesem Fall ist der Sensor zur Erfassung der Amplitude ein berüh-ruungslos arbeitender wie optischer Sensor.

Bevorzugterweise wird jedoch ein piezokeramischer Sensor benutzt. Daher zeichnet sich die Erfindung auch durch eine Ultraschallschweißvorrichtung aus, bei der der Konverter mehrere in Schwingungen versetzbare erste piezokeramische Scheiben umfasst, die zwischen einer Konvertermutter und einem Zapfen angeordnet und zwischen diesen durch ein erstes Bolzen-element verspannt sind, das über Außenfläche des Resonatorkörpers vorsteht, wobei das erste Bolzenelement ein von konvertermutterseitig verlaufender Stirnfläche ausgehendes Sackloch mit Innengewinder aufweist, in das ein zweites Bolzenelement schraubbar ist, über das der piezokeramische Sensor gegenüber dem ersten Bolzen verspannt ist. Der piezokeramische Sensor umfasst dabei insbesondere zwei piezokeramische Lochscheiben, die jeweils einen Außendurchmesser AD mit insbesondere  $15 \text{ mm} \leq \text{AD} \leq 10 \text{ mm}$  und/oder einen Innendurch-messer ID mit  $8 \text{ mm} \leq \text{ID} \leq 4 \text{ mm}$  und/oder eine Dicke D mit  $1,5 \text{ mm} \leq \text{D} \leq 0,5 \text{ mm}$  aufwei-sen. Die zum Abgreifen der Signale erforderlichen und auf jeweiliger Außenfläche der piezo-keramischen Lochscheiben verlaufenden Elektroden sind vorzugsweise Einbrennsilberelek-troden. Dabei liegen die Außenelektroden auf Massepotenzial.

Weitere Einzelheiten, Vorteile und Merkmale der Erfindung ergeben sich nicht nur aus den Ansprüchen, den diesen zu entnehmenden Merkmalen -für sich und/oder in Kombination-, sondern auch aus der nachfolgenden Beschreibung von der Zeichnung zu entnehmenden bevorzugten Ausführungsbeispielen.

Es zeigen:

- Fig. 1 eine Prinzipdarstellung einer Ultraschallschweißvorrichtung mit Peripherie,
- Fig. 2 eine erste Ausführungsform eines Konverters mit Sensor,
- Fig. 3 eine zweite Ausführungsform eines Konverters mit Sensor,
- Fig. 4 eine dritte Ausführungsform eines Konverters mit Sensor,
- Fig. 5 einen Booster mit einem Sensor,
- Fig. 6 eine Sonotrode mit Sensor,
- Fig. 7 einen Ausschnitt eines Konverters,
- Fig. 8 Signalkurven,
- Fig. 9 eine erste Auswerteschaltung,
- Fig. 10 ein aus der ersten Auswerteschaltung gewonnenes Signal,
- Fig. 11 eine zweite Auswerteschaltung,
- Fig. 12 ein aus der zweiten Auswerteschaltung gewonnenes Signal,

Fig. 13 eine dritte Auswerteschaltung und

Fig. 14 aus der dritten Auswerteschaltung gewonnene Signale.

In Fig. 1 ist rein prinzipiell eine Anordnung zum Verschweißen von Teilen, insbesondere Litzen mittels Ultraschall dargestellt. Die Anordnung umfasst eine Ultraschallschweißvorrichtung oder -maschine 10, die in gewohnter Weise einen Konverter 12 und eine Sonotrode 14 sowie eine dieser zugeordnete Gegenelektrode oder Amboss 15 umfasst. Im Ausführungsbeispiel ist zur Amplitudenverstärkung zwischen dem Konverter 12 und der Sonotrode 14 ein Booster 16 angeordnet, über den der Ultraschallschwinger 17, der aus dem Konverter 12, der Sonotrode 14 und dem Booster 16 besteht, gelagert wird. Die der Sonotrode 14 bzw. dessen eine Schweißfläche aufweisenden Sonotrodenkopf zugeordnete Gegenelektrode 15 kann mehrteilig ausgebildet sein, wie dies in der US-A-4,596,352 oder der US-A-4,869,419 beschrieben ist, um einen im Querschnitt verstellbaren Verdichtungsraum zur Verfügung zu stellen, in den die zu verschweißenden Elemente wie Leiter eingebracht werden.

Der Konverter 12 wird über eine Leitung 18 mit einem Generator 20 verbunden, der seinerseits über eine Leitung 22 mit einem Rechner 24 verbunden ist. Über den Generator 20 wird der Konverter 12, d. h. die in diesem angeordneten Piezokeramikscheiben mit Hochfrequenzspannung beaufschlagt, um die Scheiben entsprechend zu dehnen bzw. zu kontrahieren, wodurch Ultraschallschwingungen mit einer Amplitude erzeugt werden, die über den Booster 16 auf die Sonotrode 14 übertragen werden.

Um die Amplitude zu erfassen und zu überwachen bzw. auf gewünschte Sollwerte regeln zu können, erfolgt erfindungsgemäß eine sogenannte Amplitudenrückführung, d. h., dass die Amplitude eines Bauelements des Ultraschallschwingers 17, d. h. des Konverters 12 und/oder des Boosters 16 und/oder der Sonotrode 14 gemessen und auf die Steuerung 20 zurückgeführt wird, um gemessene Ist-Amplituden mit in dem Rechner 24 abgelegten Soll-Amplitudenwerten oder Soll-Amplitudenbereichen zu vergleichen.

Soll-Amplitudenbereiche bedeuten dabei eine Bandbreite von ordnungsgemäß bewerteten Soll-Amplituden. Ist jedoch die Ist-Amplitude oberhalb oder unterhalb der Soll-Amplituden-

Bandbreite gelegen, so kann ein Nachregeln der Hochfrequenzspannung in dem in der Steuerung 20 vorhandenen Generator erfolgen, um die Ist-Amplitude zu verändern.

Um die Amplitude zu erfassen, d. h. einen Sensor einem Bauelement des Schwingersystems 15 zuzuordnen, gibt es eine Vielzahl von Möglichkeiten, von denen beispielhaft einige den Fig. 2 bis 6 zu entnehmen sind.

Bevorzugterweise wird ein Sensor 26 im oder am Konverter 12 integriert bzw. angeordnet. So kann der Sensor 26 ein piezokeramischer Sensor sein, der zusammen mit den im Konverter 12 vorhandenen weiteren piezokeramischen Scheiben 28, 30, 32, 34 angeordnet ist, die in bekannter Weise mit einer Hochfrequenzspannung beaufschlagt werden, um durch Dehnen bzw. Kontrahieren der piezokeramischen Scheiben 28, 30, 32, 34 die Ultraschallschwingungen mit einer gewünschten Amplitude und einer gewünschten Frequenz zu erzeugen. Die Scheiben 28, 30, 32, 34 sind infolgedessen aktive Teile, wohingegen der Sensor 26 als passives Teil zu bezeichnen ist, da durch den auf den Sensor 26 von den Scheiben 28, 30, 32, 34 übertragenen Druck ein Hochfrequenzsignal erzeugt wird, das eine Aussage über die Amplitude bietet.

Im Ausführungsbeispiel der Fig. 3 ist ein Sensor 36 an rückseitiger Stirnfläche des Konverters 12, also außenseitig am Resonator oder Konvertermutter angeordnet und mit diesem verspannt, um ebenfalls in Abhängigkeit von der durch die Scheiben 28, 30, 32, 34 erzeugten Schwingungsamplituden ein Signal zu erzeugen.

Ein Sensor 38 kann jedoch auch im Zapfen des Konverters 12 angeordnet sein, wie die Fig. 4 verdeutlicht.

Ist bevorzugterweise der Sensor im oder am Konverter angeordnet, so besteht auch die Möglichkeit, einen Sensor 40 in dem Booster 16 zu integrieren, wie die Fig. 5 zeigt.

Eine entsprechende Konstruktion kann auch hinsichtlich der Sonotrode 14 erfolgen. Nach der zeichnerischen Darstellung der Fig. 6 ist eine vorzugsweise piezokeramische Scheibe als Sensor 42 in der Sonotrode 14, d. h. zwischen Abschnitten 44, 46 festgespannt, wobei – wie bei

den Ausführungsformen der Fig. 2 bis 5 – der Sensor 42 eine Ebene aufspannt, die senkrecht zur Schwingerlängsachse verläuft.

Ist erwähntermaßen bevorzugterweise ein piezokeramischer Sensor als Amplitudensensor zu nennen, so sind andere Sensoren gleichfalls geeignet. Beispielhaft sind induktive, kapazitive, optische wie Lasersensoren, akustische Sensoren, Beschleunigungssensoren oder Widerstandssensoren wie Messstreifensensoren zu nennen.

Anhand der Fig. 7 sei rein prinzipiell die Anordnung eines piezoelektrischen Sensors 48 verdeutlicht, der im Ausführungsbeispiel zwei piezokeramische Lochscheiben 50, 52 umfasst, die in bekannter Weise von nicht näher bezeichneten Elektroden begrenzt sind, um Signale abgreifen zu können, die der Schwingungsamplitude eines Konverters 54 einer Ultraschallschweißvorrichtung entspricht, wie diese prinzipiell der Fig. 1 zu entnehmen ist.

Der Konverter 54 weist im Ausführungsbeispiel vier erste piezokeramische Lochscheiben 56, 58, 60, 62, 64 auf, an dem eine von dem Generator, d. h. der Steuerung 20 kommende Hochfrequenzspannung anliegt, um die Scheiben 56, 58, 60, 62 zu kontrahieren bzw. zu dehnen, wodurch Schwingungen gewünschter Amplitude erzeugt werden. Die piezokeramischen Lochscheiben 56, 58, 60, 62 sind zwischen einem sogenannten Konverterzapfen 66, der mit einem Booster oder unmittelbar mit einer Sonotrode verbunden ist, und einer Konvertermutter 68 – auch Resonator genannt – über ein erstes Bolzenelement 70 verspannt. Insoweit wird jedoch auf hinlänglich bekannte Konstruktionen verwiesen. Der Bolzen 70 steht über der Konvertermutter 68 vor und weist von dessen Stirnfläche 72 ausgehend ein Sackloch 74 mit Innengewinde auf, in dem ein zweiter Bolzen 76 eingeschraubt wird, über den die piezokeramischen Lochscheiben 50, 52 zwischen der Stirnfläche 72 des ersten Bolzenelements 70 und einer Mutter 78 verspannt werden. Dabei verläuft der aus den piezokeramischen Scheiben 50, 52 gebildete Sensor 48 im Schwingungsmaximum des Konverters 54 und ist mit diesem derart kraftschlüssig über den zweiten Bolzen 76 verbunden, dass ein Schwingen in Resonanz mit dem Konverter 54 erfolgt.

Sind die ersten piezokeramischen Lochscheiben 56, 58, 60, 62, über die die Schwingungen im Konverter 54 erzeugt werden, als aktive Bauteile zu bezeichnen, so sind die zweiten piezokeramischen

ramischen Lochscheiben 50, 52 passive Bauteile, da über diese in Abhängigkeit von der Amplitude des Konverters 54 Signale erzeugt und einer Auswerteschaltung zugeführt werden, um die an den piezokeramischen Scheiben 56, 58, 60, 62 anliegende Hochfrequenzspannung derart zu regeln, dass der Konverter 54 gewünschte Amplituden aufweist, die wiederum definierte Rückschlüsse auf die Amplitude des Boosters bzw. der Sonotrode des Schwingersystems ermöglichen.

Dabei kann ein Kalibrieren der Ausgangssignale des Sensors 48 dadurch erfolgen, dass z. B. mittels eines Lasers die Amplitude des Konverters 54 bestimmt wird und das Ausgangssignal des Sensors 48 auf ein normiertes Signal kalibriert wird. Entsprechende Werte können sodann in einem Chip abgelegt werden, der dem Schwinger bzw. dem Konverter 54 zugeordnet wie z. B. an diesem befestigt ist.

Dass die von dem Sensor abgegriffenen Signale unmittelbar Aussagen über die Amplituden des Konverters 54 ermöglichen, ist prinzipiell der Fig. 8 zu entnehmen. So sind eine Hochfrequenzstrommesskurve 80, die dem zum Konverter fließenden Hochfrequenzstrom entspricht, und eine Kurve 82 dargestellt, die den Signalen des Sensor 48 entspricht. Ein unmittelbarer Vergleich zeigt, dass der Kurvenverlauf des Sensors 48 eindeutig dem Kurvenverlauf des Hochfrequenzstroms zuzuordnen ist.

Um die Sensorsignale auszuwerten, gibt es eine Vielzahl von Möglichkeiten, von denen einige beispielhaft den Fig. 9 bis 14 zu entnehmen sind.

So kann ein Differenzverstärker 84 mit Komparator zur Signalauswertung benutzt werden. An den Eingängen 86, 88 des Differenzverstärkers 84 liegen die Sensorsignale bzw. Hochfrequenzstrom- bzw. Spannungssignale des Generators an. Die Signale werden verglichen und bei unzulässiger Abweichung wird ein Signal erzeugt, das von der Steuerschaltung ausgewertet werden kann. Es ergibt sich dabei eine Signalform, die der Fig. 10 entspricht. Die erhaltenen Signale werden dann an den Digitaleingang einer Steuerung gelegt, um eine Regelung der Hochfrequenzspannung bzw. des Hochfrequenzstroms, der an den piezokeramischen Scheiben 56, 58, 60, 62 anliegt bzw. zum Konverter fließt, durchzuführen.

Auch besteht die Möglichkeit, mittels einer Gleichrichterschaltung 90 die Steuersignale auszuwerten, wie die Fig. 11 und 12 verdeutlichen. Über den Gleichrichter 90 wird ein analoges Gleichspannungssignal erzeugt, das im Bereich zwischen 0 und 10 V liegt und von der Steuerung ausgewertet werden kann. Das entsprechende Signal wird sodann einem Analogeingang einer Steuerung der Hochfrequenzspannung bzw. des Hochfrequenzstroms zugeführt.

Zur Ermittlung der Schwingfrequenz des Konverters 54 kann das Steuersignal an einen Eingang 92 eines Komparators 94 mit Hysterese anliegen. Zur Ermittlung der Schwingfrequenz wird das Sensorsignal in Impulse mit der Schwingfrequenz umgeformt und einem Zählereingang einer Steuerung wie SPS-Steuerung zugeführt.

**Patentansprüche**Verfahren zum Messen und/oder Regeln der Schwingungsamplitude eines Ultraschallschwingers sowie Ultraschallschweißvorrichtung

1. Verfahren zum Messen und/oder Regeln der Schwingungsamplitude eines Ultraschallschwingers einer Ultraschallvorrichtung umfassend Schwingungen erzeugende bzw. übertragende Bauelement in Form von zumindest einem Konverter und einer Sonotrode sowie gegebenenfalls zwischen dem Konverter und der Sonotrode angeordnetem Booster, wobei zur Erzeugung der Ultraschallschwingungen der Konverter mit einer Steuerschaltung wie Generator verbunden ist, über die dem Konverter Hochfrequenzspannung bzw. -strom zur Erzeugung der Ultraschallschwingungen zugeführt wird,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass zumindest einem Bauelement ein die Schwingungsamplituden erfassender Sensor zugeordnet wird und von dem Sensor ermittelte Schwingungsamplituden entsprechende Ist-Signale überwacht und/oder mit Soll-Signalen in der Steuerschaltung oder einer Mess- und Überwachungseinrichtung verglichen und in Abhängigkeit von auftretenden Abweichungen zwischen Ist- und Soll-Signalen ein Ausgangssignal der Steuerschaltung zur Erzeugung der Ultraschallschwingungen entsprechend verändert wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass von dem Sensor durch die Schwingungsamplituden generierte Wechselsignale und/oder aus diesen abgeleitete Gleichspannungssignale der Steuerschaltung bzw. Mess- und Überwachungseinrichtung zur Regelung des Ausgangssignals bzw. der Ausgangssignale zugeführt werden.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Steuersignale mit an dem Konverter bzw. dessen piezokeramischen Scheiben anliegender Hochfrequenzspannung bzw. fließendem Hochfrequenzstrom einem Differenzverstärker mit Komparator zugeführt und Ausgangssignal des Komparators der Regelung der Hochfrequenzspannung bzw. des Hochfrequenzstroms zu Grunde gelegt wird.
4. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Sensorsignale einer Gleichrichterschaltung zugeführt und Ausgleichsspannungssignal der Gleichrichterschaltung der Regelung der Hochfrequenzspannung bzw. des Hochfrequenzstroms zu Grunde gelegt werden.
5. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Sensorsignale einem Komparator zugeführt und in Spannungsimpulse mit Schwingfrequenz der Signale umgeformt und einem Zähler zugeführt werden.
6. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass als Sensor ein piezokeramischer Sensor verwendet wird.
7. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass als Sensor ein induktiv arbeitender und/oder ein kapazitiv arbeitender Sensor und/oder ein Widerstandssensor wie Dehnmessstreifensor und/oder ein optischer Sensor wie Lasersensor und/oder ein Beschleunigungssensor verwendet wird.
8. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass der Sensor am oder im Konverter angeordnet bzw. integriert wird.

9. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass der Sensor am oder im Booster angeordnet bzw. integriert wird.
10. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass der Sensor an oder in der Sonotrode angeordnet bzw. integriert wird.
11. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass der Konverter von einem Gehäuse umgeben ist, in dem der Sensor angeordnet wird.
12. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass in der Lagerung des Ultraschallschwingers der Sensor angeordnet wird.
13. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass der Sensor an einem den Swinger aufnehmenden Grundkörper der Ultraschall-schweißvorrichtung angeordnet wird.
14. Ultraschallschweißvorrichtung umfassend Schwingungen erzeugende bzw. übertragende Bauelemente in Form von zumindest einem Konverter (12, 54) und einer Sonotrode (14) sowie gegebenenfalls zwischen diesen angeordnetem Booster (16), eine der Sonotrode zugeordnete Gegenelektrode (Amboss) (15), zwischen der und der Sonotrode zu verdichtende bzw. zu verschweißende Teile wie Litzen vorzugsweise in einem Verdichtungsraum anordbar sind, wobei der Konverter zur Schwingungsanregung mit einer Amplitude über eine Steuerung (22) mit Hochfrequenzspannung beaufschlagbar ist, bzw. zu diesem ein Hochfrequenzstrom fließt,  
dadurch gekennzeichnet,

dass zumindest einem Bauelement (12, 14, 16) ein die Amplitude erfassender Sensor (26, 36, 38, 40, 42, 48) zugeordnet ist.

15. Ultraschallschweißvorrichtung nach Anspruch 14,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
dass der Sensor ein piezokeramischer Sensor (26, 36, 38, 40, 42, 48) ist.
16. Ultraschallschweißvorrichtung nach Anspruch 14,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
dass der Sensor ein induktiv arbeitender oder kapazitiv arbeitender Sensor oder ein Widerstandssensor wie Dehnmessstreifensor oder ein optischer Sensor wie Lasersensor oder ein Beschleunigungssensor ist.
17. Ultraschallschweißvorrichtung nach zumindest einem der Ansprüche 14 bis 16,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
dass der Sensor (26, 36, 38, 40, 42, 48) am oder im Konverter (12, 54) und/oder am oder im Booster (16) und/oder an oder in der Sonotrode (14) angeordnet bzw. integriert ist.
18. Ultraschallschweißvorrichtung nach zumindest einem der Ansprüche 14 bis 17,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
dass der Konverter (12) von einem Gehäuse umgeben ist, in dem der Sensor angeordnet ist.
19. Ultraschallschweißvorrichtung nach zumindest einem der Ansprüche 14 bis 18,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
dass in Lagerung des Ultraschallschwingers der Sensor angeordnet ist.
20. Ultraschallschweißvorrichtung nach zumindest einem der Ansprüche 14 bis 19,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

dass der Sensor am den Swinger aufnehmenden Grundkörper der Ultraschall-schweißvorrichtung (10) angeordnet ist.

21. Ultraschallschweißvorrichtung nach zumindest einem der Ansprüche 14 bis 20, wobei der Konverter (54) mehrere in Schwingungen versetzbare erste piezokeramische Scheiben (56, 58, 60, 62) umfasst, die zwischen einem Zapfen (66) und einer Mutter (68) angeordnet und zwischen diesen durch ein erstes Bolzenelement (70) verspannt sind, der über Außenfläche der Konvertermutter vorsteht,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
dass das erste Bolzenelement (70) ein von konvertermutterseitig verlaufender Stirnfläche (72) ausgehendes Sackloch (74) mit Innengewinde aufweist, in das ein zweites Bolzenelement (76) schraubbar ist, über das der piezokeramische Sensor (48) gegenüber dem ersten Bolzenelement verspannt ist.
22. Ultraschallschweißvorrichtung nach Anspruch 21,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
dass der piezokeramische Sensor (48) zumindest zwei piezokeramische Lochscheiben (50, 52) umfasst, die jeweils einen Außendurchmesser AD mit  $15 \text{ mm} \leq \text{AD} \leq 10 \text{ mm}$  und/oder einen Innendurchmesser ID mit  $8 \text{ mm} \leq \text{ID} \leq 4 \text{ mm}$  und/oder eine Dicke D mit  $1,5 \text{ mm} \leq \text{D} \leq 0,5 \text{ mm}$  aufweisen.
23. Ultraschallschweißvorrichtung nach zumindest einem der Ansprüche 21 und 22,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
dass die piezokeramischen Lochscheiben (50, 52) aus Einbrennsilber bestehende Elektroden aufweisen.

**GEÄNDERTE ANSPRÜCHE**

[beim Internationalen Büro am 14. November 2005 (14.11.2005) eingegangen;  
ursprüngliche Ansprüche 1-23 durch geänderte Ansprüche 1-11 ersetzt (4 Seiten)]

Verfahren zum Messen und/oder Regeln der Schwingungsamplitude eines Ultraschallschwingers sowie Ultraschallschweißvorrichtung

1. Ultraschallschweißvorrichtung umfassend Schwingungen erzeugende bzw. übertragende Bauelemente in Form von zumindest einem Konverter (12, 54) und einer Sonotrode (14) sowie gegebenenfalls zwischen diesen angeordnetem Booster (16), eine der Sonotrode zugeordnete Gegenelektrode (Amboss) (15), zwischen der und der Sonotrode zu verdichtende bzw. zu verschweißende Teile wie Litzen vorzugsweise in einem Verdichtungsraum anordbar sind, wobei der Konverter mehrere in Schwingungen versetzbare erste piezokeramische Scheiben (56 58, 60,62) umfasst, die zwischen einem Zapfen (66) und einer Mutter (68) angeordnet und zwischen diesen durch ein erstes Bolzenelement (70) verspannt sind, und wobei zumindest einem Bauelement ein die Amplitude des in Schwingung versetzten Bauelementes erfassender piezoelektrischer Sensor (48) zugeordnet ist,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass das erste Bolzenelement (70) ein von konvertermutterseitig verlaufender Stirnfläche (72) ausgehendes Sackloch (74) mit Innengewinde aufweist, in das ein zweites Bolzenelement (76) schraubbar ist, über das der piezokeramische Sensor (48) gegenüber dem ersten Bolzenelement verspannt ist.
2. Ultraschallschweißvorrichtung nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass der piezokeramische Sensor (48) zumindest zwei piezokeramische Lochausschichten (50, 52) umfasst, die jeweils einen Außendurchmesser AD mit  $15 \text{ mm} \leq AD \leq 10 \text{ mm}$  und/oder einen Innendurchmesser ID mit  $8 \text{ mm} \leq ID \leq 4 \text{ mm}$  und/oder eine Dicke D mit  $1,5 \text{ mm} \leq D \leq 0,5 \text{ mm}$  aufweisen.

**GEÄNDERTE ANSPRÜCHE**

[beim Internationalen Büro am 14. November 2005 (14.11.2005) eingegangen;  
ursprüngliche Ansprüche 1-23 durch geänderte Ansprüche 1-11 ersetzt (4 Seiten)]

3. Ultraschallschweißvorrichtung nach Anspruch 2,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die piezokeramischen Lochscheiben (50, 52) aus Einbrennsilber bestehende  
Elektroden aufweisen.
4. Konverter (12, 54) einer Ultraschallschweißvorrichtung, der mit einer Hochfre-  
quenzspannung bzw. einem Hochfrequenzstrom in eine Amplitude aufweisende  
Schwingung versetzbare ist, wobei der Konverter mehrere in Schwingungen ver-  
setzbare erste piezokeramische Scheiben (56, 58, 60, 62) umfasst, die zwischen  
einem Zapfen (66) und einer Mutter (68) angeordnet und zwischen diesen durch  
ein erstes Bolzenelement (70) verspannt sind,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass das erste Bolzenelement (70) ein von konvertermutterseitig verlaufender  
Stirnfläche (72) ausgehendes Sackloch (74) mit Innengewinde aufweist, in das  
ein zweites Bolzenelement (76) schraubar ist, über das ein piezokeramischer  
Sensor (48) als ein die Amplitude erfassender Sensor gegenüber dem ersten Bol-  
zenelement verspannt ist.
5. Konverter nach Anspruch 4,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass der piezokeramische Sensor (48) zumindest zwei piezokeramische Loch-  
scheiben (50, 52) umfasst, die jeweils einen Außendurchmesser AD mit  $15 \text{ mm} \leq \text{AD} \leq 10 \text{ mm}$  und/oder einen Innendurchmesser ID mit  $8 \text{ mm} \leq \text{ID} \leq 4 \text{ mm}$   
und/oder eine Dicke D mit  $1,5 \text{ mm} \leq \text{D} \leq 0,5 \text{ mm}$  aufweisen.
6. Konverter nach Anspruch 5,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die dass die piezokeramischen Lochscheiben (50, 52) aus Einbrennsilber  
bestehende Elektroden aufweisen.

**GEÄNDERTE ANSPRÜCHE**

[beim Internationalen Büro am 14. November 2005 (14.11.2005) eingegangen;  
ursprüngliche Ansprüche 1-23 durch geänderte Ansprüche 1-11 ersetzt (4 Seiten)]

7. Verfahren zum Messen und/oder Regeln der Amplitude des Konverters einer Ultraschallschweißvorrichtung nach zumindest Anspruch 1 oder 3, wobei der Konverter mit einer Steuerschaltung wie Generator verbunden ist, über die dem Konverter Hochfrequenzspannung bzw. -strom zur Erzeugung von Ultraschall- schwingungen zugeführt wird,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass den von dem piezoelektrischen Sensor ermittelten Amplituden entspre- chende Ist-Signale mit Soll-Signalen in der Steuerschaltung oder einer Mess- und Überwachungseinrichtung verglichen und in Abhängigkeit von auftretenden Abweichungen zwischen Ist- und Soll-Signalen ein Ausgangssignal der Steuer- schaltung verändert wird, über das die Ultraschallschwingung erzeugt wird.
8. Verfahren nach Anspruch 7,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass von dem Sensor durch die Schwingungsamplituden generierte Wechselsig- nale und/oder aus diesen abgeleitete Gleichspannungssignale der Steuerschal- tung bzw. Mess- und Überwachungseinrichtung zur Regelung des Ausgangssig- nals bzw. der Ausgangssignale zugeführt werden.
9. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Steuersignale mit an dem Konverter bzw. dessen piezokeramischen Scheiben anliegender Hochfrequenzspannung bzw. fließendem Hochfrequenz- strom einem Differenzverstärker mit Komparator zugeführt und Ausgangssignal des Komparators der Regelung der Hochfrequenzspannung bzw. des Hochfre- quenzstroms zu Grunde gelegt wird.
10. Verfahren nach zumindest Anspruch 7,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Sensorsignale einer Gleichrichterschaltung zugeführt und Ausgleichs- spannungssignal der Gleichrichterschaltung der Regelung der Hochfrequenz- spannung bzw. des Hochfrequenzstroms zu Grunde gelegt werden.

**GEÄNDERTE ANSPRÜCHE**

[beim Internationalen Büro am 14. November 2005 (14.11.2005) eingegangen;  
ursprüngliche Ansprüche 1-23 durch geänderte Ansprüche 1-11 ersetzt (4 Seiten)]

11. Verfahren nach zumindest Anspruch 7,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Sensorsignale einem Komparator zugeführt und in Spannungsimpulse  
mit Schwingfrequenz der Signale umgeformt und einem Zähler zugeführt wer-  
den.

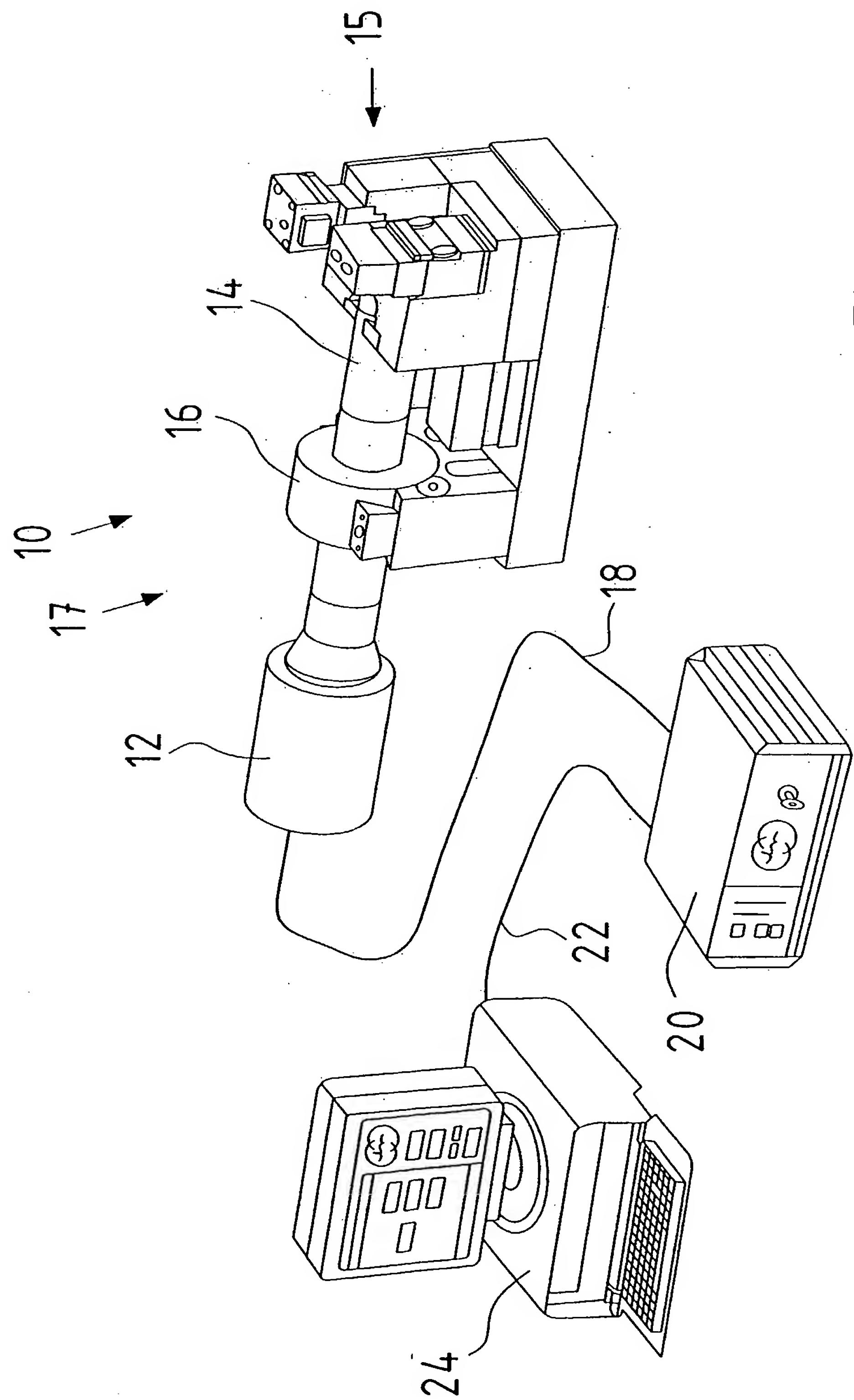


Fig. 1

Fig.2

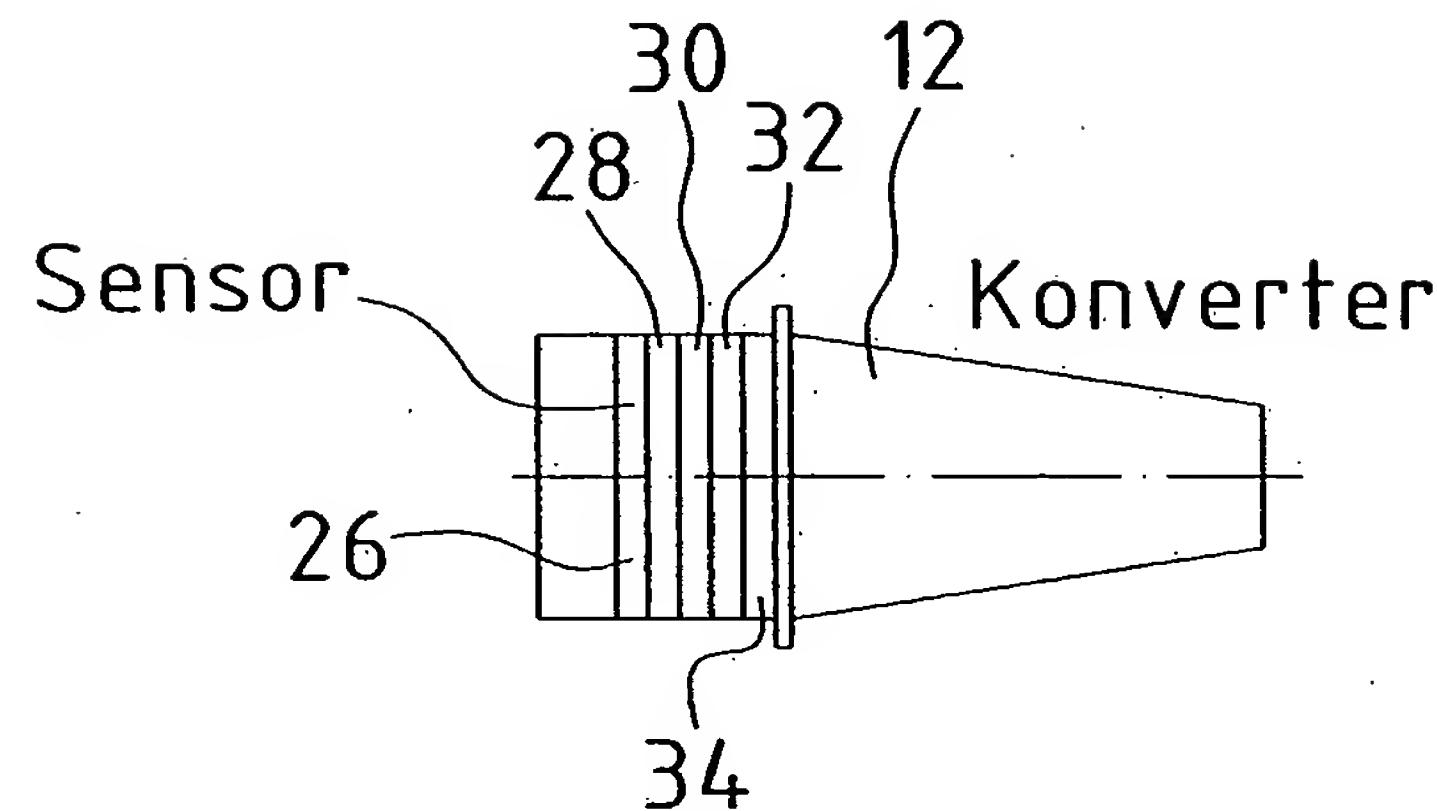


Fig.3

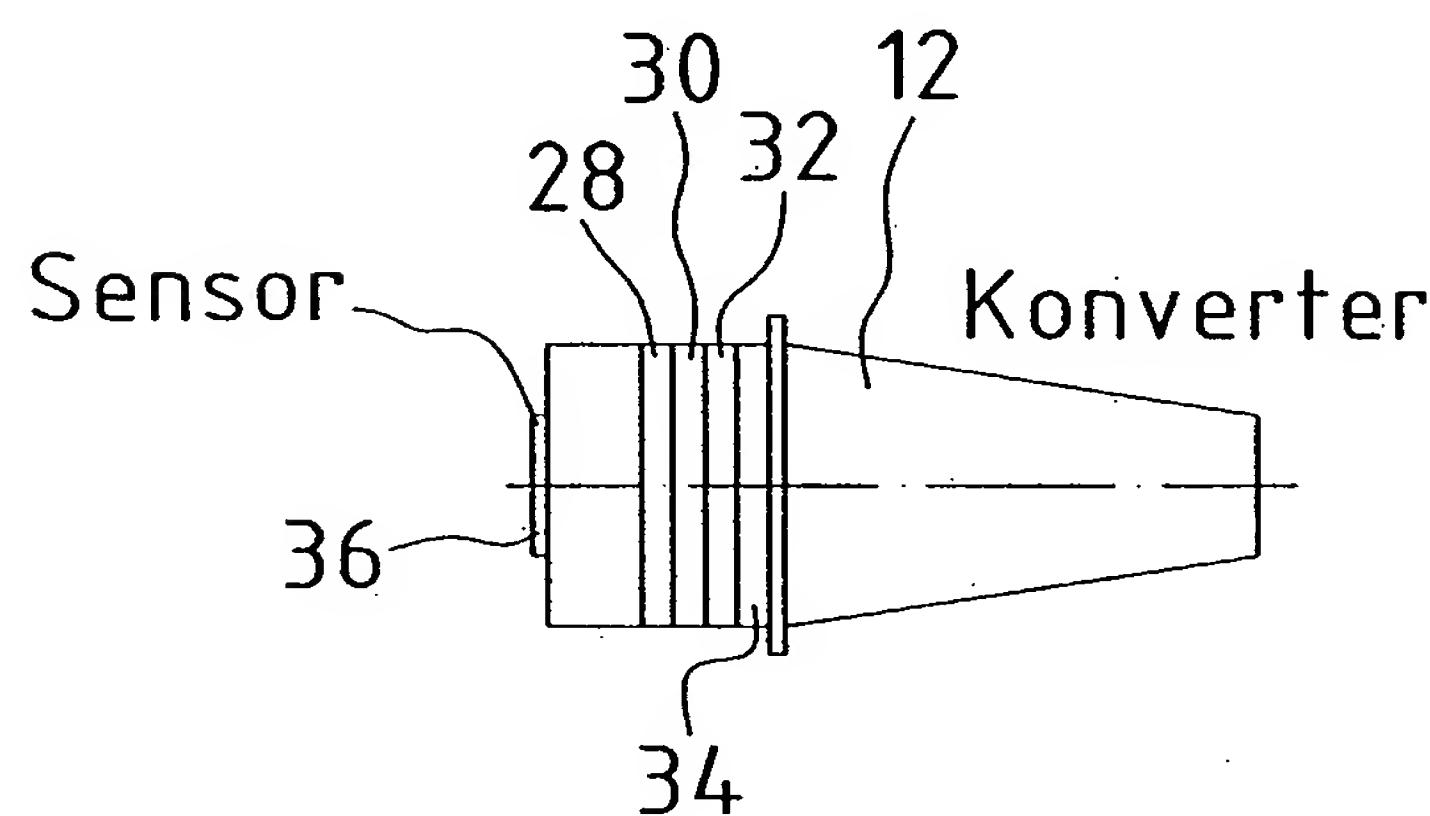
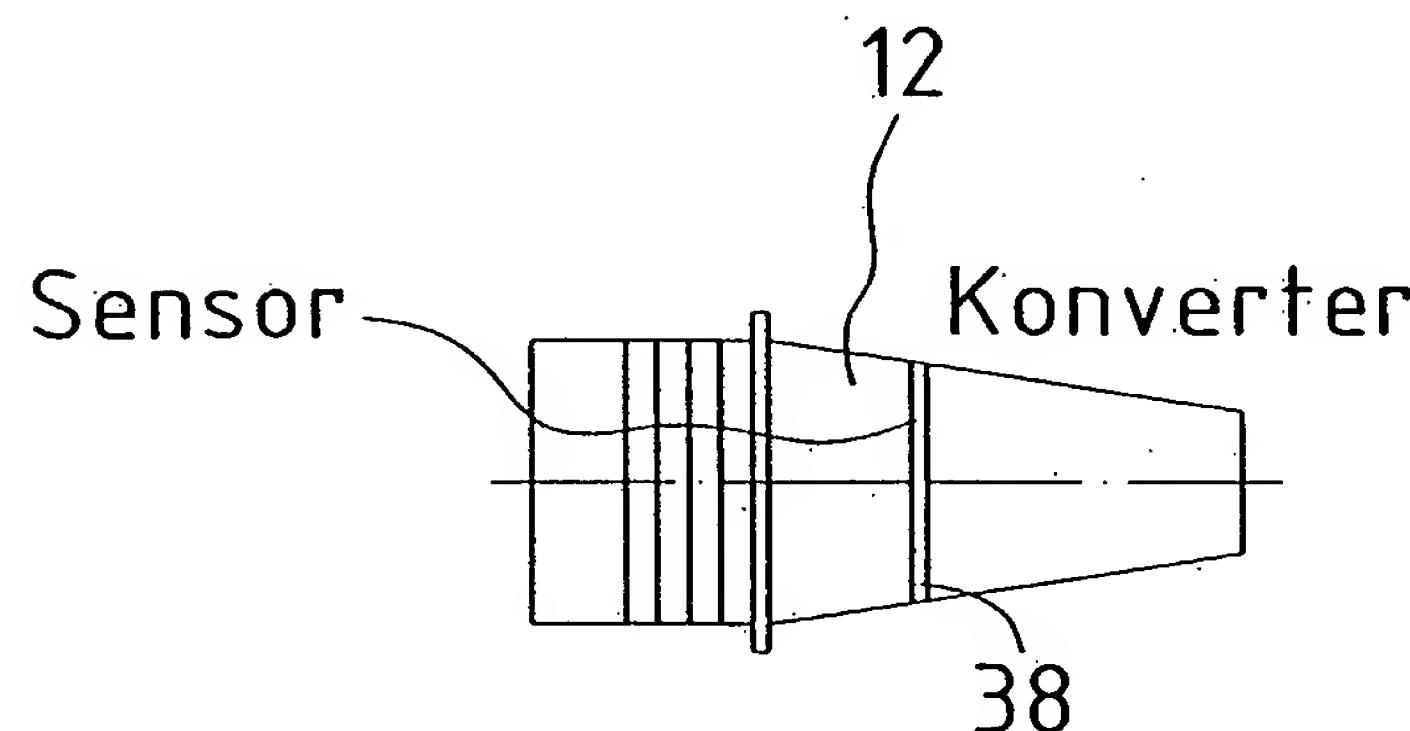
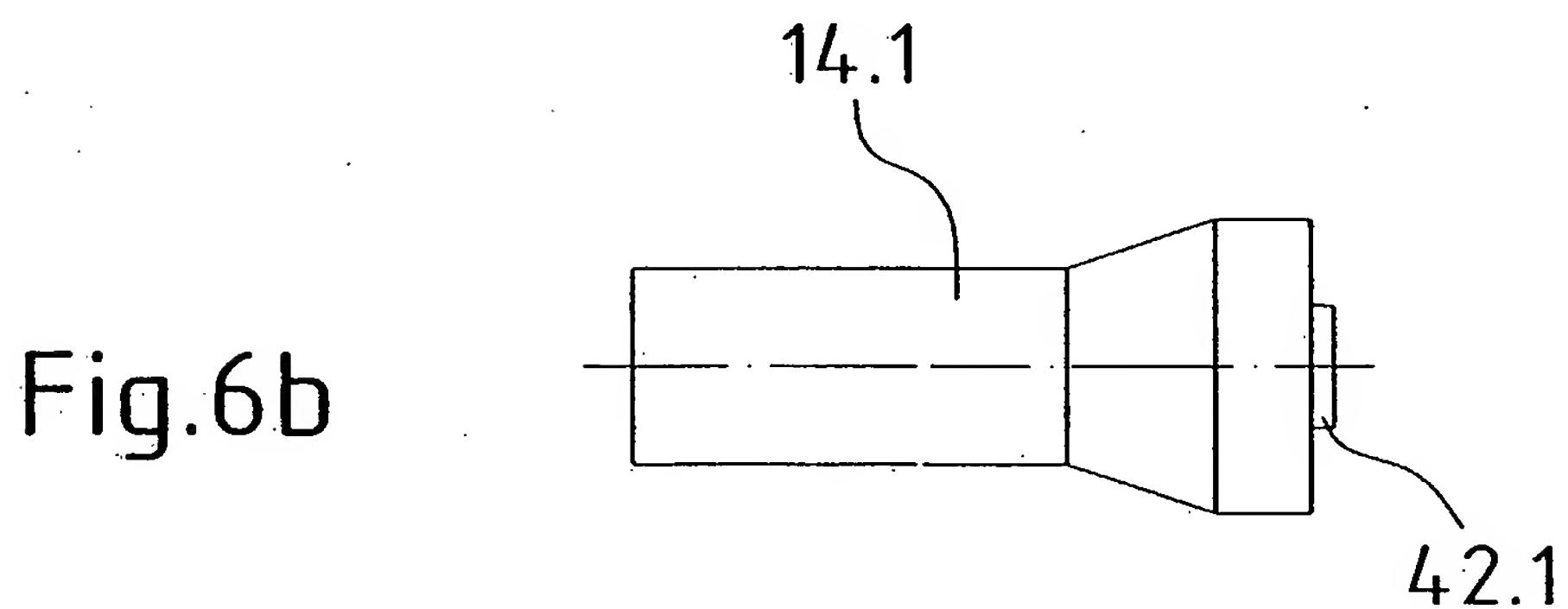
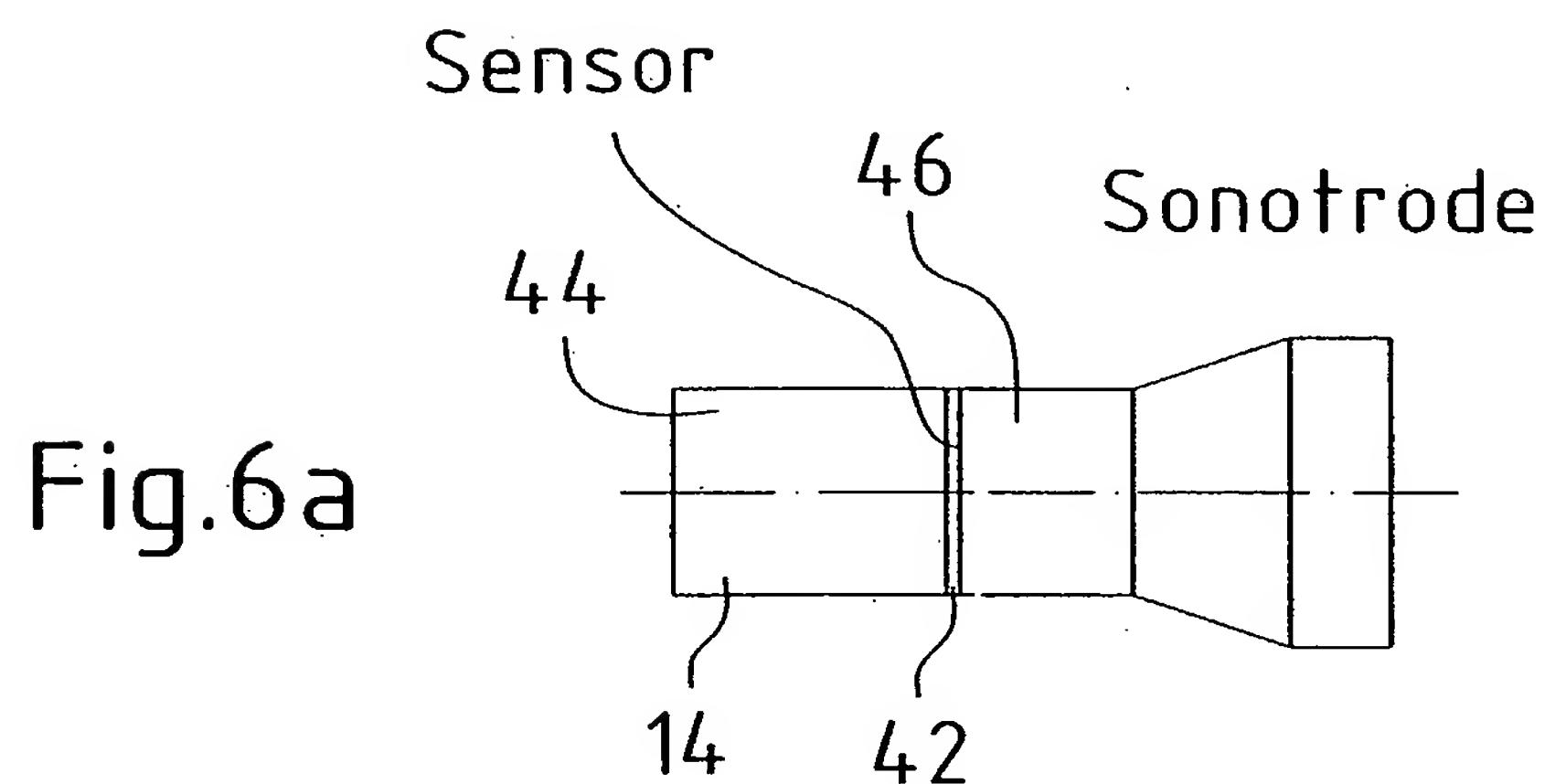
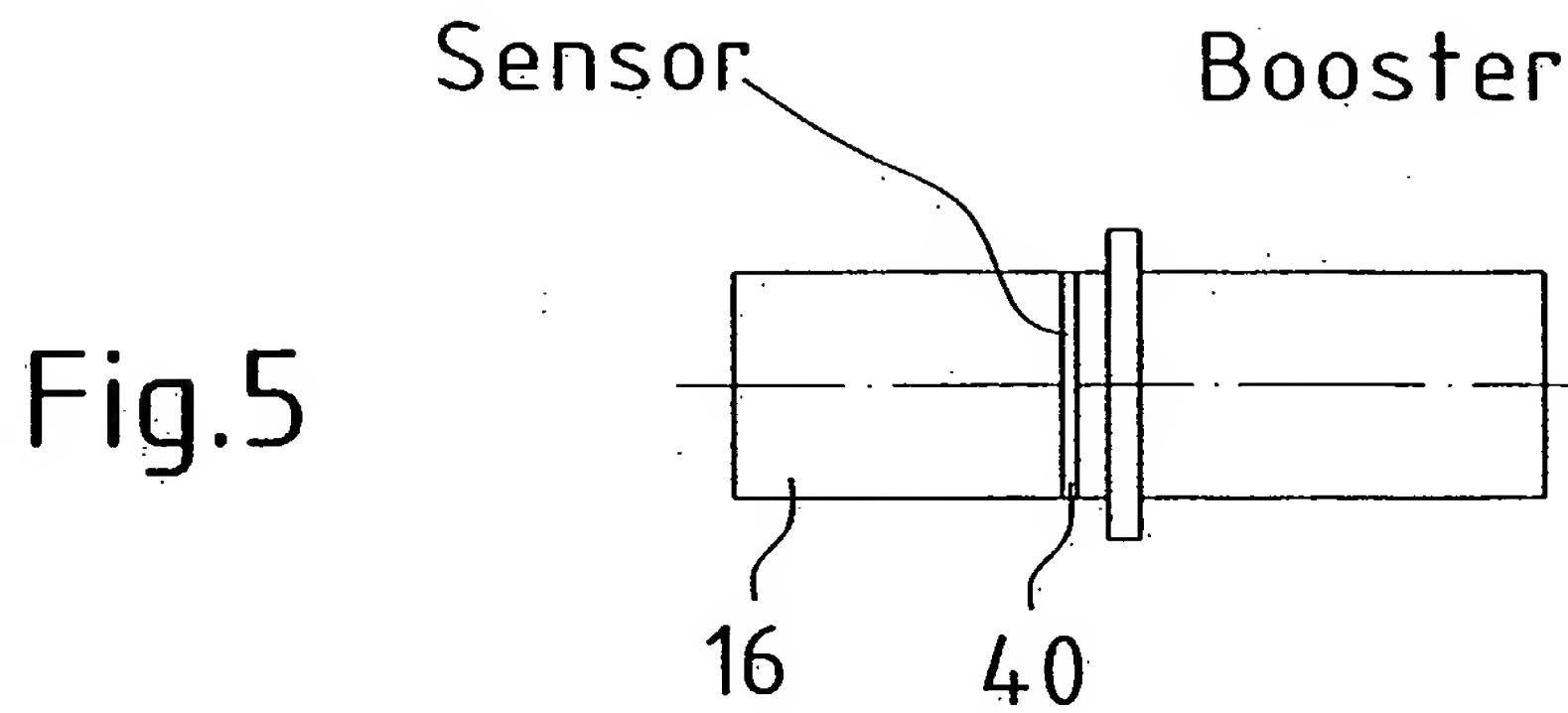


Fig.4





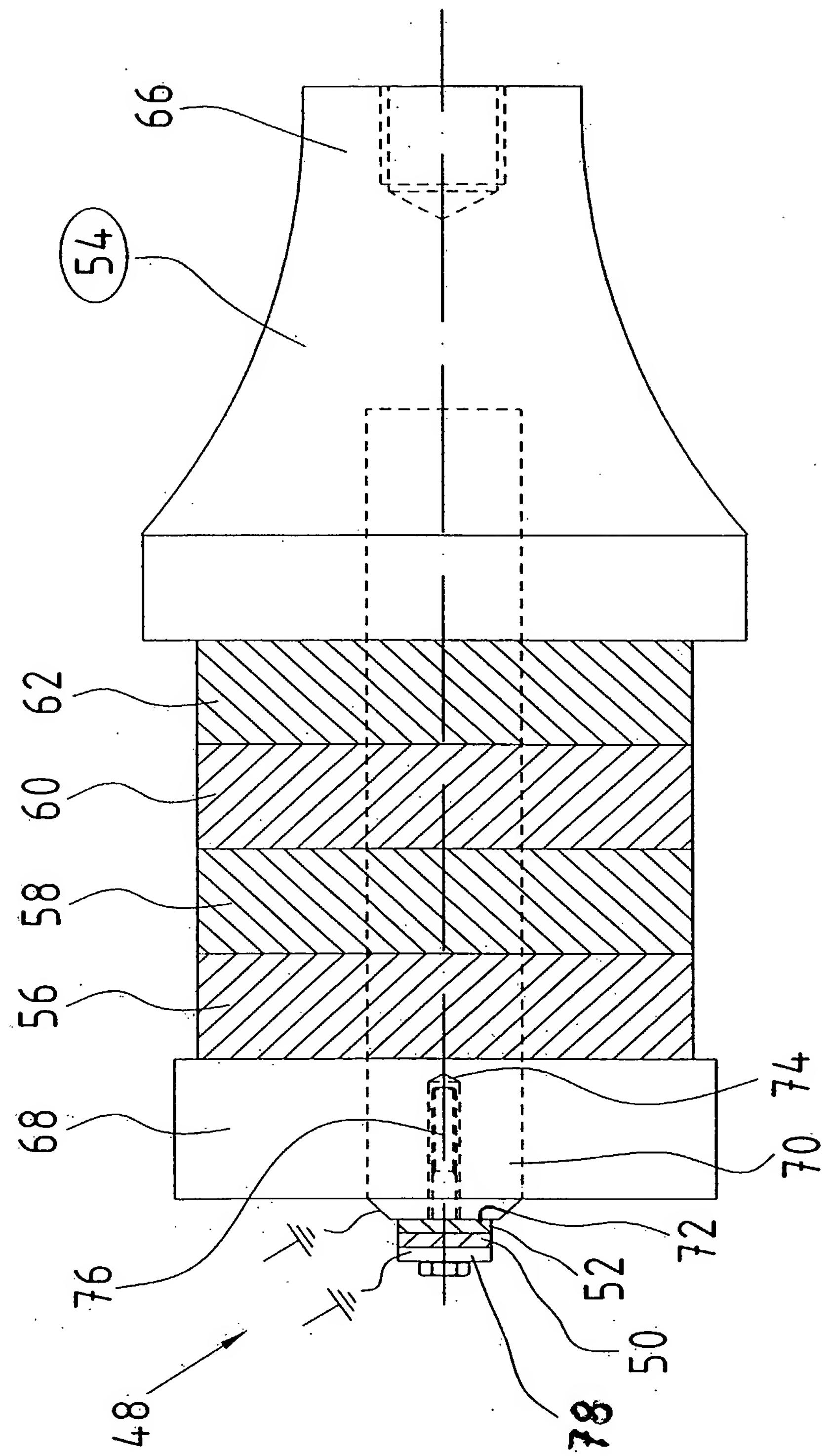


Fig. 7

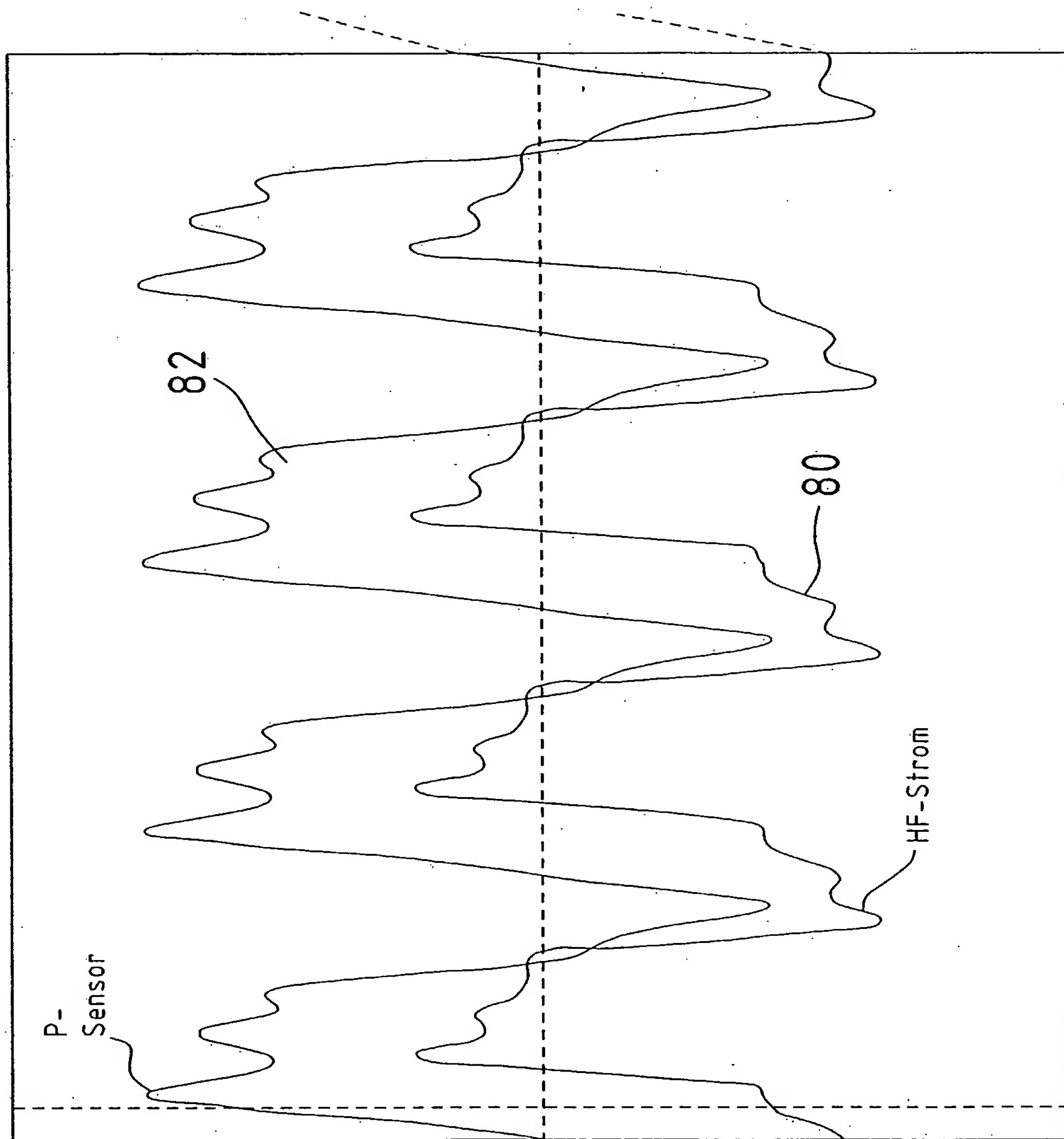
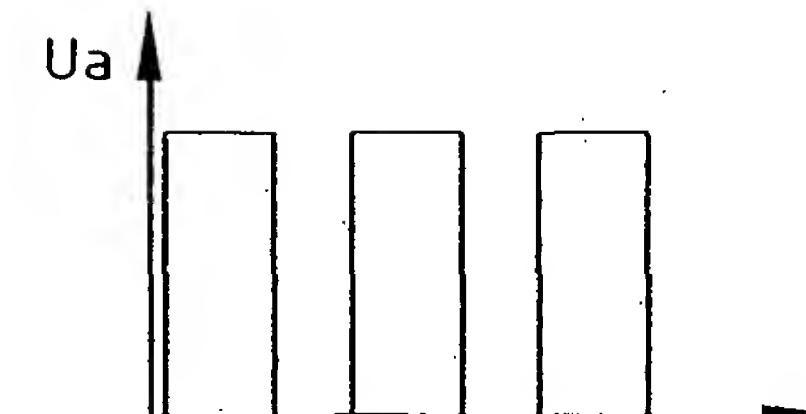
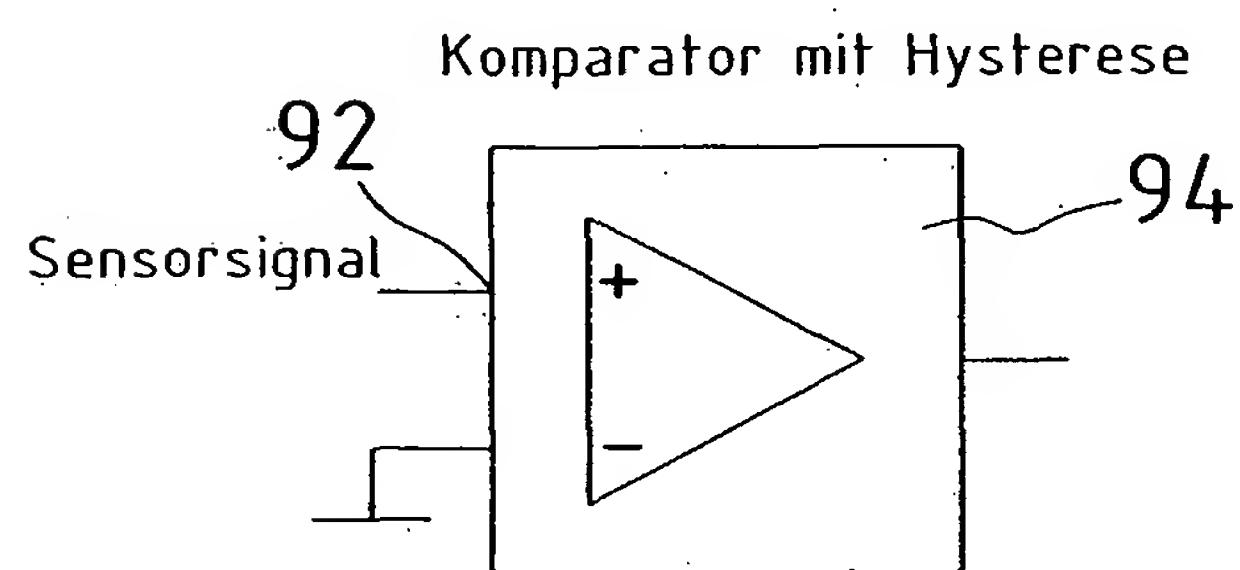
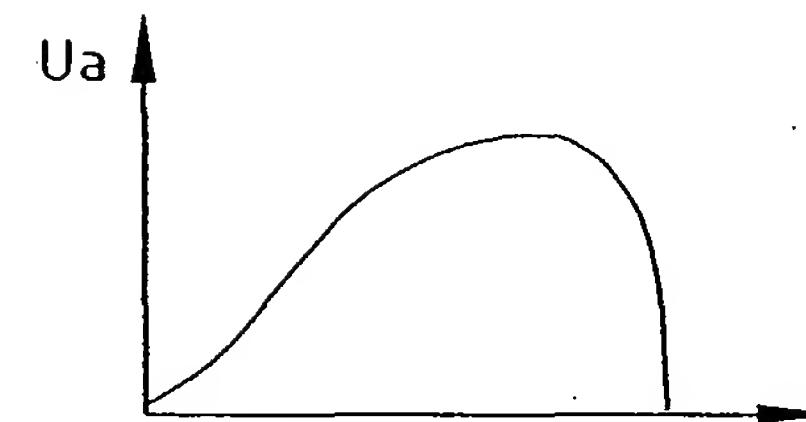
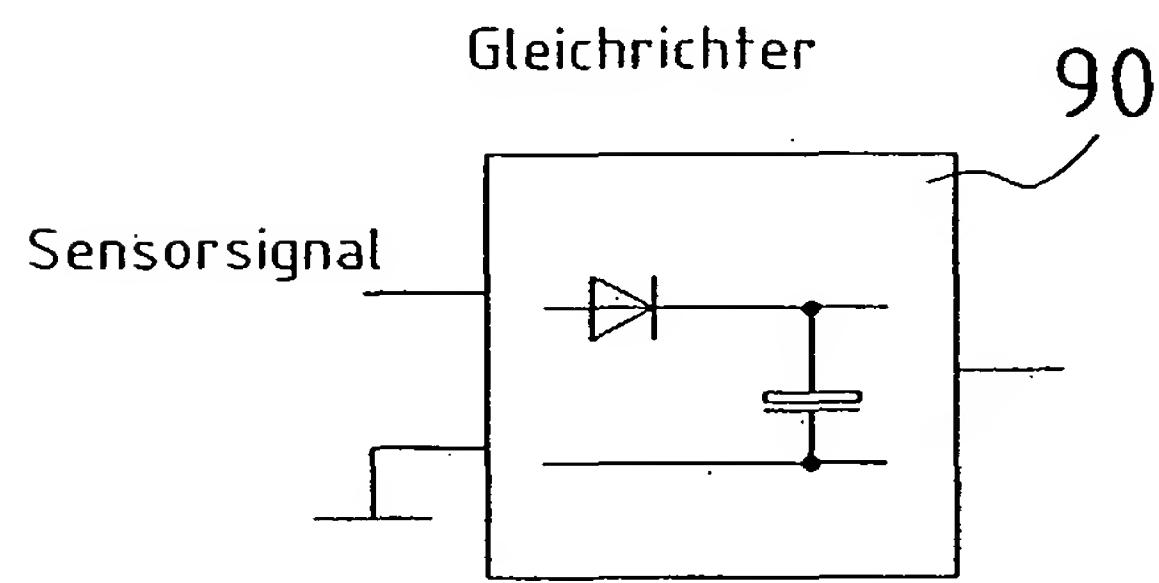
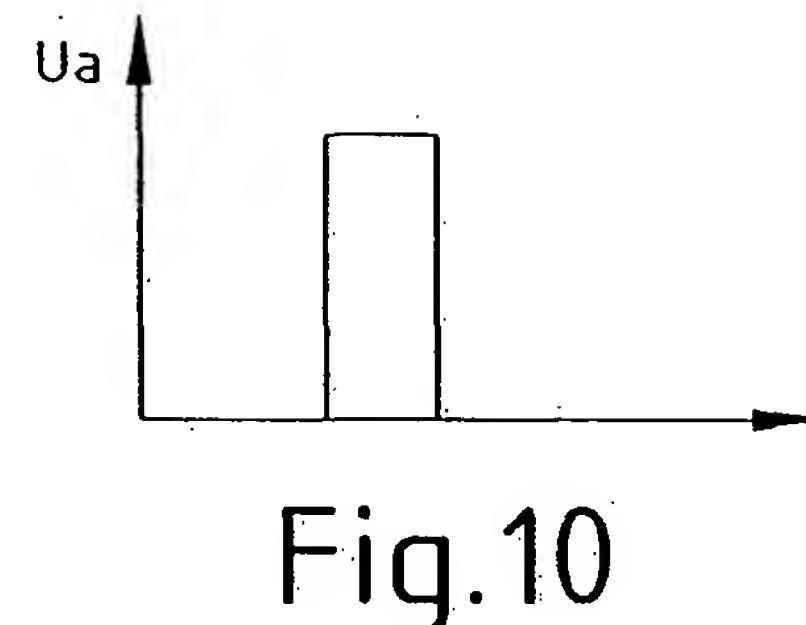
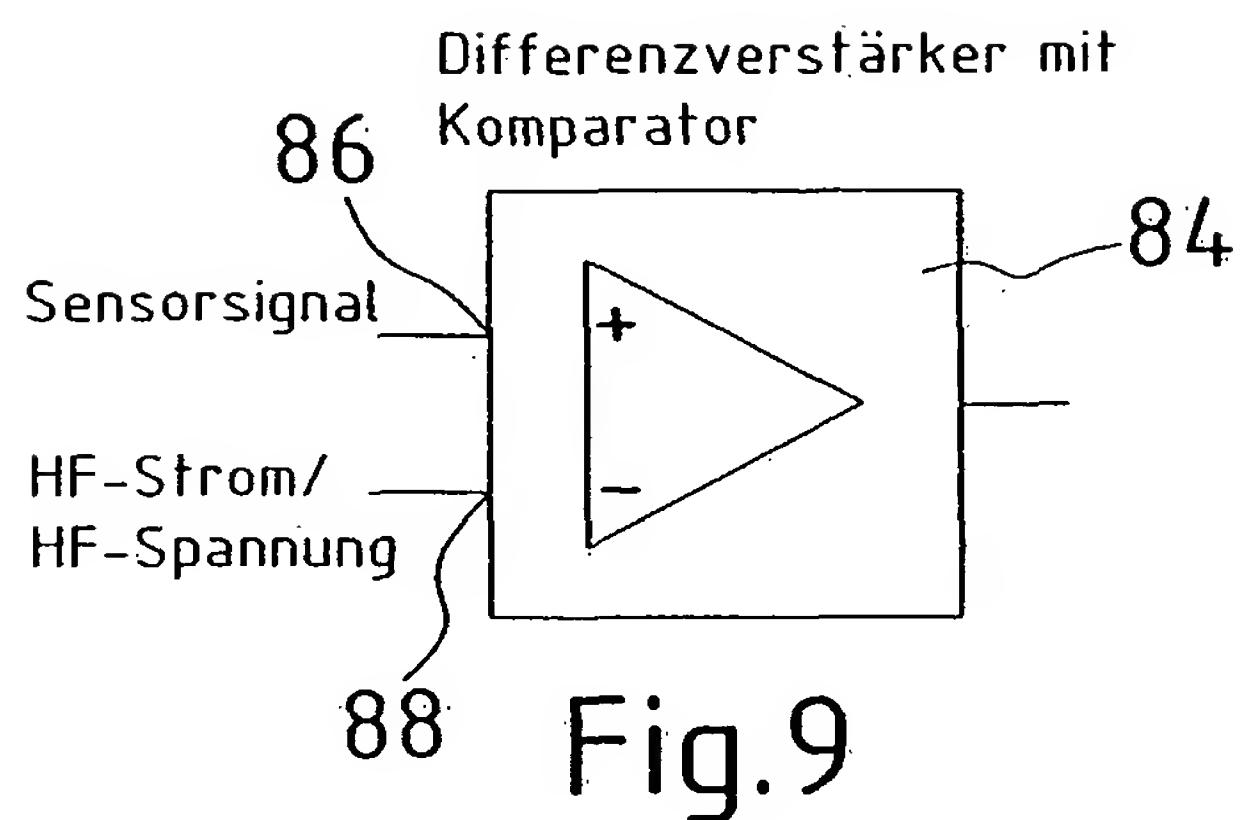


Fig. 8



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/EP2005/005774

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
IPC 7 G01H5/00 B06B1/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 7 B23K B29C G01H B06B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 6 279 810 B1 (CHAN-WONG LAI WA ET AL) 28 August 2001 (2001-08-28) column 1, line 5 – line 9 column 1, line 32 – line 35 column 3, line 10 – line 30 column 4, line 12 – line 17 figures 1-3 ----- GB 1 496 137 A (KERRY ULTRASONICS LTD) 30 December 1977 (1977-12-30) page 1, line 35 – line 54 page 1, line 82 – page 2, line 8 page 2, line 31 – line 39 page 2, line 122 – page 3, line 18 figure 1 ----- -/-	1-23
X		1-23

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

° Special categories of cited documents :

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*&\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

16 August 2005

Date of mailing of the international search report

14/09/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Schneiderbauer, K

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/EP2005/005774

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 28 23 361 A1 (SIEMENS AG; SIEMENS AG, 1000 BERLIN UND 8000 MUENCHEN, DE) 13 December 1979 (1979-12-13) page 4, line 11 – line 23 page 5, line 15 – line 23 page 7, line 21 – line 30 page 8, line 5 – line 16 page 8, line 34 – page 9, line 1 page 9, line 21 – line 30 page 10, line 1 – line 8 page 13, line 1 – line 6 figure 3 -----	1-23
X	DE 37 01 652 A1 (SIEMENS AG; SIEMENS AG, 1000 BERLIN UND 8000 MUENCHEN, DE) 4 August 1988 (1988-08-04) column 2, line 30 – line 41 column 2, line 68 – column 3, line 6 column 3, line 21 – line 37 figure 1 -----	1-23
A	US 2002/109001 A1 (OU GANG ET AL) 15 August 2002 (2002-08-15) page 1, paragraphs 8,11,29 page 2, paragraphs 29,36,38 figure 1 -----	1-23
A	DE 29 46 154 A1 (ZSCHIMMER,GERO) 4 June 1981 (1981-06-04) the whole document -----	1-23
A	EP 0 498 936 A (ESEC SA) 19 August 1992 (1992-08-19) column 3, line 7 – line 24 -----	1-23

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP2005/005774

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)		Publication date
US 6279810	B1	28-08-2001	CN HK JP JP TW	1310071 A ,C 1040951 A1 3530139 B2 2001242022 A 480199 B		29-08-2001 03-12-2004 24-05-2004 07-09-2001 21-03-2002
GB 1496137	A	30-12-1977	NONE			
DE 2823361	A1	13-12-1979	FR	2427652 A1		28-12-1979
DE 3701652	A1	04-08-1988	AT DE EP JP JP JP US	113225 T 3851900 D1 0275877 A2 1842727 C 5052064 B 63191927 A 4854494 A		15-11-1994 01-12-1994 27-07-1988 12-05-1994 04-08-1993 09-08-1988 08-08-1989
US 2002109001	A1	15-08-2002	NONE			
DE 2946154	A1	04-06-1981	NONE			
EP 0498936	A	19-08-1992	AT DE EP HK JP JP US	117611 T 59104416 D1 0498936 A1 103495 A 3178874 B2 4319627 A 5199630 A		15-02-1995 09-03-1995 19-08-1992 07-07-1995 25-06-2001 10-11-1992 06-04-1993

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2005/005774

A. Klassifizierung des Anmeldungsgegenstandes  
IPK 7 G01H5/00 B06B1/00

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestpräfik (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
IPK 7 B23K B29C G01H B06B

Recherchierte aber nicht zum Mindestpräfik gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 6 279 810 B1 (CHAN-WONG LAI WA ET AL) 28. August 2001 (2001-08-28) Spalte 1, Zeile 5 – Zeile 9 Spalte 1, Zeile 32 – Zeile 35 Spalte 3, Zeile 10 – Zeile 30 Spalte 4, Zeile 12 – Zeile 17 Abbildungen 1-3 -----	1-23
X	GB 1 496 137 A (KERRY ULTRASONICS LTD) 30. Dezember 1977 (1977-12-30) Seite 1, Zeile 35 – Zeile 54 Seite 1, Zeile 82 – Seite 2, Zeile 8 Seite 2, Zeile 31 – Zeile 39 Seite 2, Zeile 122 – Seite 3, Zeile 18 Abbildung 1 ----- -/-	1-23



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

- \* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen
- \*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- \*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldeatum veröffentlicht worden ist
- \*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- \*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- \*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldeatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

- \*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldeatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
- \*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden
- \*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
- \*&\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
16. August 2005	14/09/2005
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P B 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel: (+31-70) 340-2040, Tx 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Bevollmächtigter Bediensteter  Schneiderbauer, K

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2005/005774

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 28 23 361 A1 (SIEMENS AG; SIEMENS AG, 1000 BERLIN UND 8000 MUENCHEN, DE) 13. Dezember 1979 (1979-12-13) Seite 4, Zeile 11 - Zeile 23 Seite 5, Zeile 15 - Zeile 23 Seite 7, Zeile 21 - Zeile 30 Seite 8, Zeile 5 - Zeile 16 Seite 8, Zeile 34 - Seite 9, Zeile 1 Seite 9, Zeile 21 - Zeile 30 Seite 10, Zeile 1 - Zeile 8 Seite 13, Zeile 1 - Zeile 6 Abbildung 3 ----- DE 37 01 652 A1 (SIEMENS AG; SIEMENS AG, 1000 BERLIN UND 8000 MUENCHEN, DE) 4. August 1988 (1988-08-04) Spalte 2, Zeile 30 - Zeile 41 Spalte 2, Zeile 68 - Spalte 3, Zeile 6 Spalte 3, Zeile 21 - Zeile 37 Abbildung 1 -----	1-23
A	US 2002/109001 A1 (OU GANG ET AL) 15. August 2002 (2002-08-15) Seite 1, Absätze 8,11,29 Seite 2, Absätze 29,36,38 Abbildung 1 -----	1-23
A	DE 29 46 154 A1 (ZSCHIMMER, GERO) 4. Juni 1981 (1981-06-04) das ganze Dokument -----	1-23
A	EP 0 498 936 A (ESEC SA) 19. August 1992 (1992-08-19) Spalte 3, Zeile 7 - Zeile 24 -----	1-23

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

 Internationales Aktenzeichen  
 PCT/EP2005/005774

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 6279810	B1	28-08-2001	CN HK JP JP TW	1310071 A ,C 1040951 A1 3530139 B2 2001242022 A 480199 B		29-08-2001 03-12-2004 24-05-2004 07-09-2001 21-03-2002
GB 1496137	A	30-12-1977		KEINE		
DE 2823361	A1	13-12-1979	FR	2427652 A1		28-12-1979
DE 3701652	A1	04-08-1988	AT DE EP JP JP JP US	113225 T 3851900 D1 0275877 A2 1842727 C 5052064 B 63191927 A 4854494 A		15-11-1994 01-12-1994 27-07-1988 12-05-1994 04-08-1993 09-08-1988 08-08-1989
US 2002109001	A1	15-08-2002		KEINE		
DE 2946154	A1	04-06-1981		KEINE		
EP 0498936	A	19-08-1992	AT DE EP HK JP JP US	117611 T 59104416 D1 0498936 A1 103495 A 3178874 B2 4319627 A 5199630 A		15-02-1995 09-03-1995 19-08-1992 07-07-1995 25-06-2001 10-11-1992 06-04-1993